

ANALISIS PEMBEBANAN TRANSFORMATOR GARDU SELATAN KAMPUS UNIVERSITAS TADULAKO

Dendi Kongah¹⁾, Muh. Sarjan²⁾, Baso Mukhlis²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Tadulako

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno-Hatta KM 9, Palu, Sulawesi Tengah
e-mail: Dendikongah@gmail.com

Abstract

Electrical system Tadulako University has problems voltage drop and load unbalance caused by the distance network connecting the distribution substation and the supplied building is so far. Moreover, the load distribution is irregular resulting in drop voltage and load imbalance. This study is specifically addressed to discuss the problems occurred in Gardu Selatan Universitas Tadulako, where the substation is supplying the load to the Fakultas Pertanian, Fakultas Kehutanan, Fakultas Teknik, Fakultas MIPA, FKIK, and several other new buildings. The method used is to measure the current and voltage on the transformer and also on the panels in the building who experience a voltage drop by using Amperes pliers. The results of the measurements and analysis are that the 185 Volt low voltage drop has passed the standard provisions PUIL where the voltage drop across the low voltage network is 4%. This is because the area supplied by the substation south very wide and long enough network that reaches 804 meters so far has exceeded the provision SPLN maximum of 350 meters. It is therefore necessary to transfer electricity network path between distribution substations closer to the buildings in the supply. To avoid load unbalance it is necessary precision in any additional load on each phase and phase transfer loads to smaller current values measured during peak load.

Keywords: Drop Voltage, Load unbalance, distribution substation.

Abstrak

Sistem kelistrikan Universitas Tadulako mengalami permasalahan jatuh tegangan dan ketidakseimbangan beban, salah satu penyebabnya adalah jarak jaringan yang menghubungkan gardu distribusi dengan gedung yang di suplay sangat jauh dan juga sistem pembagian beban yang tidak beraturan sehingga terjadi jatuh tegangan dan ketidakseimbangan beban. Pada penelitian ini membahas secara khusus permasalahan yang terjadi pada gardu selatan kampus Universitas Tadulako, Dimana gardu ini mensuplai beban ke fakultas Pertanian, fakultas Kehutanan, fakultas Teknik, fakultas MIPA, FKIK, dan beberapa bangunan baru lainnya. Metode yang digunakan adalah mengukur arus dan tegangan pada transformator dan juga pada panel-panel di gedung yang mengalami jatuh tegangan dengan menggunakan alat tang ampere. Hasil dari pengukuran dan juga analisa bahwa terjadinya jatuh tegangan terendah 185 Volt telah melewati ketentuan standar PUIL dimana jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah adalah 4 %. Hal ini disebabkan karena wilayah yang disuplai oleh gardu selatan sangat luas dan panjang jaringan yang cukup jauh mencapai 804 meter sehingga telah melebihi ketentuan SPLN yaitu maksimal 350 meter. Maka sangat perlu adanya pemindahan jalur jaringan listrik yang lebih dekat antara gardu distribusi dengan gedung-gedung yang di suplai. Untuk menghindari ketidakseimbangan beban maka perlu ketelitian dalam setiap penambahan beban pada masing-masing fasa dan pemindahan beban ke fasa yang lebih kecil nilai arus terukur saat beban puncak.

Kata kunci: Jatuh tegangan, ketidakseimbangan beban, gardu distribusi.

PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan salah satu sistem dalam tenaga listrik yang mempunyai peran penting karena berhubungan langsung dengan pemakai energi listrik, terutama pemakai energi listrik tegangan menengah dan tegangan rendah. Jadi sistem ini selain berfungsi menerima daya listrik dari sumber daya (trafo distribusi), juga akan mengirimkan serta mendistribusikan daya tersebut ke konsumen. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan. Mengingat bagian ini berhubungan langsung dengan konsumen, maka kualitas listrik selayaknya harus sangat diperhatikan (Badan Standardisasi Nasional, 2000).

Jatuh tegangan pada sistem distribusi mencakup jatuh tegangan pada:

1. Penyulang Tegangan Menengah (TM)
2. Transformator Distribusi
3. Penyulang Jaringan Tegangan Rendah
4. Sambungan Rumah
5. Instalasi Rumah.

Jatuh tegangan adalah perbedaan tegangan antara tegangan kirim dan tegangan terima karena adanya impedansi pada penghantar. Maka pemilihan penghantar (penampang penghantar) untuk tegangan menengah harus diperhatikan. Jatuh tegangan yang diijinkan tidak boleh lebih dari 5%.

Universitas tadulako adalah kampus yang menggunakan energi listrik sangat besar, memiliki kurang lebih 4 gardu distribusi salah satunya gardu beton dengan kapasitas 400 kVA terletak di bagian selatan kampus universitas tadulako atau biasa dikenal dengan nama gardu selatan. Masalah yang sangat serius pada sistem kelistrikan yang di suplai gardu selatan adalah beberapa gedung

mengalami ketidakseimbangan beban yang cukup besar, dan juga drop tegangan sehingga berdampak pada peralatan listrik terutama yang sangat peka terhadap perubahan tegangan sehingga tidak bekerja dengan normal, seperti: AC, komputer, lampu, mesin-mesin listrik dan sebagainya (Akhmad dan Syarifuddin, 2008).

Untuk itu perlu adanya pengukuran beban penuh pada setiap gedung yang di suplay oleh gardu selatan dan menganalisa pembebanan transformator tersebut sehingga bisa di ketahui solusi apa yang harus di lakukan untuk mendapatkan sistem penyaluran listrik yang efisien.

1. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan adalah selisih antara tegangan ujung pengiriman dan tegangan ujung penerimaan. Jatuh tegangan disebabkan oleh hambatan dan arus. Pada saluran bolak-balik besarnya tergantung dari impedansi dan admintansi saluran serta pada beban dan faktor daya. Jatuh tegangan dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$\begin{aligned}\Delta V &= I \times (R + jX) \\ &= I \times Z\end{aligned}$$

dimana:

$$\begin{aligned}I &= \text{Arus (A)} \\ Z &= \text{Impedansi } (\Omega)\end{aligned}$$

$$\Delta V = V_s - V_r$$

dimana:

$$\begin{aligned}\Delta V &= \text{drop tegangan (V)} \\ V_s &= \text{tegangan kirim (V)} \\ V_r &= \text{tegangan terima (V)}\end{aligned}$$

Maka besar nilai persentase (%) rugi tegangan adalah:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V}{V} \times 100 \%$$

dimana:

$$\begin{aligned}\Delta V (\%) &= \text{Rugi Tegangan dalam \%} \\ V &= \text{Tegangan kerja (V)} \\ \Delta V &= \text{Rugi tegangan (V)}\end{aligned}$$

Penurunan tegangan maksimum pada beban penuh, yang dibolehkan di beberapa titik pada jaringan distribusi adalah (SPLN 72, 1987):

1. SUTM, 5 % dari tegangan kerja bagi sistem radial
2. SKTM, 2 % dari tegangan kerja pada sistem spindel dan gugus.
3. Trafo distribusi, 3 % dari tegangan kerja
4. Saluran tegangan rendah, 4 % dari tegangan kerja tergantung kepadatan beban.
5. Sambungan rumah, 1 % dari tegangan nominal.

Distribusi yang tepat, rating sesuai dengan kebutuhan beban akan menjaga tegangan jatuh pada konsumen dan akan menaikkan efisiensi penggunaan Trafo Distribusi. Jadi Transformator Distribusi merupakan salah satu peralatan yang perlu dipelihara dan dipergunakan sebaik mungkin (seefisien mungkin), sehingga keandalan/kontinuitas pelayanan terjamin.

2. Transformator Distribusi

Transformator distribusi adalah merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam penyaluran tenaga listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Kerusakan pada Trafo Distribusi menyebabkan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen akan terganggu (terjadi pemutusan aliran listrik atau pemadaman). Pemilihan rating Trafo Distribusi yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban akan menyebabkan efisiensi menjadi kecil, begitu juga penempatan lokasi Trafo Distribusi yang tidak cocok mempengaruhi drop tegangan ujung pada konsumen atau jatuhnya/turunnya tegangan ujung saluran/konsumen.

Trafo merupakan jantung dari distribusi dan transmisi yang diharapkan beroperasi maksimal (kerja terus menerus tanpa henti).

Didalam sistem distribusi terdapat dua jenis transformator yang dipakai :

- a. Jenis pasangan luar pada gardu portal, cantol

- b. Jenis pasangan dalam, pada gardu beton, kios atau pasangan dalam ruang Untuk pemakaian pasangan dalam ruang diperkirakan faktor temperatur ruang (*ambient temperature*) sebesar 3 °C dengan pendinginan alami (ONAN).

Data persentasi (%) impedansi transformator fasa-3 dan fasa-1, lihat tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Persentasi Impedansi Transformator Fasa-3 dan Fasa-1

No	Kapasitas	Sistem	% Impedansi
1.	25 KVA	Fasa-2 Fasa-1	4%
2.	50 KVA	Fasa-3 Fasa-2 Fasa-1	4%
3.	100 KVA	Fasa-3	4%
4.	160 KVA	Fasa-3	4%
5.	250 KVA	Fasa-3	4%
6.	315 KVA	Fasa-3	4%
7.	400 KVA	Fasa-3	4%
8.	630 KVA	Fasa-3	4%
9.	1000 KVA	Fasa-3	4%

Sumber: Direksi PT PLN (Persero) (2010)

3. Ketidakseimbangan Beban pada Transformator

Daya transformator bila ditinjau dari sisi tegangan tinggi (primer) dapat dirumuskan sebagai berikut (Suhadi, 2008):

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I$$

dimana:

S: daya transformator (kVA)

V: tegangan sisi primer trafo (kV)

I : arus jala-jala (A)

Sehingga untuk menghitung arus beban penuh (full load) dapat menggunakan rumus:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V}$$

dimana:

I_{FL} = Arus Beban Penuh (A)

S = Daya Transformator (KVA)

V = Tegangan sisi sekunder transformator (kV)

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T) mengalirlah arus di netral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan losses (rugi-rugi). Losses pada penghantar netral trafo ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P_N = I_{N^2} \times R_N$$

dimana:

P_N = Losses penghantar netral transformator (Watt)

I_{N^2} = Arus netral pada transformator (A)

R_N = Tahanan penghantar netral transformator (Ω)

Sedangkan losses yang di akibatkan karena arus netral yang mengalir ketanah (ground) dapat di hitung dengan perumusan sebagai berikut:

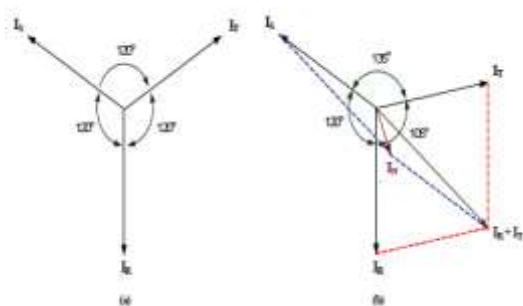
$$P_G = I_G^2 \times R_G$$

dimana:

P_G = Losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (Watt)

I_G^2 = Arus netral yang mengalir ke tanah

R_G = Tahanan pembumian netral transformator (Ω)



Gambar 1. Vektor Diagram Arus

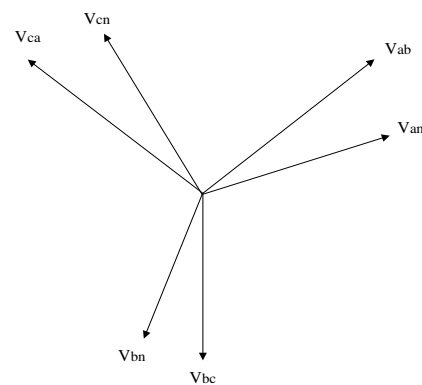
Sumber: Setiadji (2006).

Gambar 1.(a) menunjukkan vektor diagram arus dalam keadaan seimbang. Di

sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol sehingga tidak muncul arus netral (I_N). Sedangkan pada Gambar 1.(b) menunjukkan vektor diagram arus yang tidak seimbang. Di sini terlihat bahwa penjumlahan ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) tidak sama dengan nol sehingga muncul sebuah besaran yaitu arus netral (I_N) yang besarnya bergantung dari seberapa besar faktor ketidakseimbangannya.

4. Daya Pada Sistem Tiga Fasa Seimbang

Total daya yang dibangkitkan oleh sebuah generator tiga fasa atau yang diserap beban tiga fasa dapat diperoleh dengan mudah dengan menjumlahkan daya pada ketiga fasanya. Pada suatu rangkaian yang seimbang sama saja dengan tiga kali pada daya tiap fasanya, karena daya pada semua fasa adalah sama yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Fasor tegangan antar saluran dan saluran ke netral.

METODE PENELITIAN

Adapun peralatan yang digunakan untuk membantu penyelesaian penelitian ini adalah:

- *Handy Talky* dan *Hand Phone*

Dapat membantu mempermudah berkomunikasi apabila terdapat jaringan yang saling berjauhan.

- *Test Pen*
Dapat mengetahui ada tidaknya tegangan pada *jack* maupun terminal.
- *Tang Ampere*
Untuk mengetahui besar arus dan tegangan pada jaringan yang berbeban.
- *Detektor Fasa*
Untuk mengecek urutan fasa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran arus dan tegangan tiap jam di lakukan selama lima hari pada waktu aktifitas kampus untuk melihat besarnya beban terpakai, dari hasil pengukuran menunjukan beban tertinggi pada pukul 13.00-14.00. Beberapa tabel di bawah ini menunjukan hasil pengukuran tersebut.

Tabel 2. Pengukuran Trafo Hari Senin, 17-02-14

Jam	Arus Fasa Trafo		
	R	S	T
09.15	301	253	325
10.15	326	324	355
11.15	361	310	372
12.15	384	294	422
13.15	386	331	410
14.15	393	329	422
15.15	351	326	383

Tabel 3. Pengukuran Trafo Hari Selasa, 18-02-14

Jam	Arus Fasa Trafo		
	R	S	T
09.15	327	297	412
10.15	276	299	287
11.15	404	337	416
12.15	402	359	453
13.15	407	370	427
14.15	409	337	444
15.15	403	336	450

Tabel 4. Pengukuran Trafo Hari Rabu, 19-02-14

Jam	Arus Fasa Trafo		
	R	S	T
09.15	303	365	370
10.15	352	319	409
11.15	400	357	481
12.15	433	383	499
13.15	448	379	483
14.15	431	354	442
15.15	415	366	407

Tabel 5. Pengukuran Trafo Hari Kamis, 20-02-14

Jam	Arus Fasa Trafo		
	R	S	T
09.15	287	263	326
10.15	338	297	402
11.15	434	321	446
12.15	446	334	454
13.15	449	322	529
14.15	444	386	488
15.15	389	353	426

Tabel 6. Pengukuran Trafo Hari Jumat, 21-02-14

Jam	Arus Fasa Trafo		
	R	S	T
09.15	350	320	367
10.15	333	334	372
11.15	356	345	382
12.15	350	331	381
13.15	376	348	331
14.15	348	351	447
15.15	316	317	300

Arus Dan Tegangan Terukur Pada Panel Induk terlihat pada beberapa tabel di bawah ini.

Tabel 7. Panel Pada Laboratorium Teknik Sipil (Hari senin, 24 Februari 2014 Jam 13.00)

Urutan Fasa	Arus Terukur (A)	Tegangan Terukur (V)	Jenis Kabel	Jarak Distribusi (Meter)
		N		
R	14	228	NYFGb Y 4x70 mm	105
S	2,5	230		
T	34,5	226		
N	27,1	-		

R	3,91	216	NFA2X -T 3x50+3 5	804
T	13,41	228		
S	12,38	192		
N	7,35	-		

Tabel 8. Panel 3 Pada Laboratorium Teknik Mesin (Hari Senin, 24 Februari 2014 Jam 13.30)

Urutan Fasa	Arus Terukur (A)	Tegangan Terukur (V)	Jenis Kabel Mm ²	Jarak Distribusi (Meter)
		N		
R	6,2	215	NFA2X -T 3x35+3 5	401
S	5	229		
T	16,8	201		
N	12,5	-		

Tabel 9. Panel Pada Jurusan Arsitek Fak. Teknik (Hari Rabu, 26 Februari 2014 Jam 13.15)

Urutan Fasa	Arus Terukur (A)	Tegangan Terukur (V)	Jenis Kabel Mm ²	Jarak Distribusi (Meter)
		N		
R	0,28	212	NFA2X -T 3x35+3 5	467
S	0,09	229		
T	17,86	206		
N	17,39	-		

Tabel 10. Panel Pada Ruang Shalat FKIK (Hari Jumat, 07 Maret 2014 Jam 13.00)

Urutan Fasa	Arus Terukur (A)	Tegangan Terukur (V)	Jenis Kabel Mm ²	Jarak Distribusi (Meter)
		N		
R	26	185	NFA2X -T 3x35+3 5	708
T	31,4	200		
S	22,1	190		
N	11,7	-		

Tabel 11. Panel Pada Puskom (Hari Selasa, 11 Maret 2014 Jam 11.30)

Urutan Fasa	Arus Terukur (A)	Tegangan Terukur (V)	Jenis Kabel Mm ²	Jarak Distribusi (Meter)
		N		

Analisa pembebanan transformator rata-rata pada Hari Senin sampai Jumat adalah sebagai berikut:

Fasa R

$$\text{Pukul 09.15: } \frac{301+327+303+287+350}{5} = 313 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 10.15: } \frac{326+276+352+338+333}{5} = 325 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 11.15: } \frac{361+404+400+434+356}{5} = 391 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 12.15: } \frac{384+402+433+446+350}{5} = 403 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 13.15: } \frac{386+407+448+449+376}{5} = 413 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 14.15: } \frac{393+409+431+444+348}{5} = 405 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 15.15: } \frac{351+403+415+389+316}{5} = 375 \text{ A}$$

Fasa S

$$\text{Pukul 09.15: } \frac{253+297+365+263+320}{5} = 299 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 10.15: } \frac{324+299+319+297+334}{5} = 314 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 11.15: } \frac{310+337+357+321+345}{5} = 334 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 12.15: } \frac{294+359+383+334+331}{5} = 340 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 13.15: } \frac{331+370+379+322+348}{5} = 350 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 14.15: } \frac{329+337+354+386+351}{5} = 351 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 15.15: } \frac{326+336+366+353+317}{5} = 339 \text{ A}$$

Fasa T

$$\text{Pukul 09.15: } \frac{325+412+370+326+367}{5} = 360 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 10.15: } \frac{355+287+409+402+372}{5} = 365 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 11.15: } \frac{372+416+481+446+382}{5} = 419 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 12.15: } \frac{422+453+499+454+381}{5} = 442 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 13.15: } \frac{410+427+483+529+331}{5} = 436 \text{ A}$$

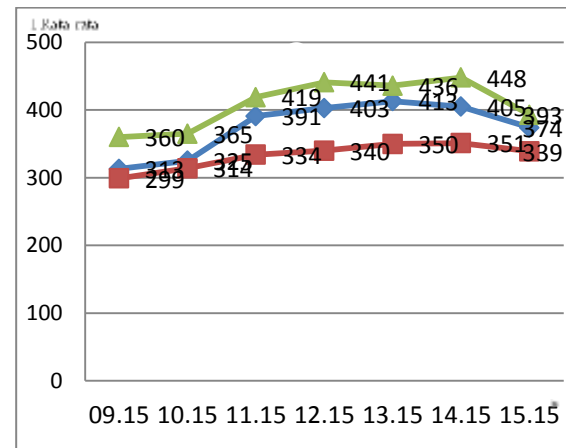
$$\text{Pukul 14.15: } \frac{422+444+442+488+447}{5} = 448 \text{ A}$$

$$\text{Pukul 15.15: } \frac{383+450+407+426+300}{5} = 393 \text{ A}$$

Dari perhitungan rata-rata beban yang terukur selama kurang lebih satu pekan pada waktu aktifitas kampus yaitu pada hari senin sampai pada hari jumat, dapat di lihat hasilnya secara keseluruhan pada tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12. Perhitungan Arus Rata-rata Per Fasa

No	Jam	Arus Rata-rata Per Fasa		
		R	S	T
1.	09.15	313	299	360
2.	10.15	325	314	365
3.	11.15	391	334	419
4.	12.15	403	340	441
5.	13.15	413	350	436
6.	14.15	405	351	448
7.	15.15	374	339	393



Keterangan :

- : Fasa R
- : Fasa S
- : Fasa T

Gambar 3. Grafik Beban Rata-Rata Transformator

Gambar grafik di atas menunjukkan rata-rata beban tertinggi pada pukul 14.15 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Fasa R} &= 405 \text{ A} \\ \text{Fasa S} &= 351 \text{ A} \\ \text{Fasa T} &= 448 \text{ A} \end{aligned}$$

$$I_{\text{rata}} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{405 + 351 + 448}{3} = 401 \text{ A}$$

Arus beban penuh dari kapasitas transformator adalah:

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{400.000}{\sqrt{3} \times 400} = 577,35 \text{ A}$$

Persentase pembebanan transformator adalah :

$$\frac{I_{\text{rata}}}{I_{FL}} \times 100\% = \frac{401}{577,35} \times 100\% = 70 \%$$

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa pada (WBP=Waktu Beban Puncak) persentase pembebanan pada trafo selatan adalah 70 %.

Analisa beban penuh berdasarkan Daya Tersambung PLN:

Tarif / Daya = S3 / 345.000 VA

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{345.000}{\sqrt{3} \times 400} = 497,96 \text{ A}$$

Persentase pembebanan:

$$\frac{I_{\text{rata}}}{I_{FL}} \times 100\% = \frac{401}{497,96} \times 100\% = 80 \%$$

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa pada (WBP=Waktu Beban Puncak) persentase pembebanan berdasarkan daya tersambung dari PLN adalah 80 %.

Dari hasil pengukuran langsung pada semua panel yang di layani oleh gardu selatan Universitas Tadulako, di dapatkan beberapa permasalahan pada sebagian besar panel, diantaranya:

- Panel Laboratorium Teknik Sipil
Ketidakseimbangan beban: Dimana Fasa R = 14 A ; S = 2,5 A ; dan T = 34,5 A. Maka dengan demikian untuk mendapatkan beban yang seimbang harus ada pemindahan beban yang terhubung pada fasa T ke kedua Fasa lainnya terutama Fasa S.
- Panel 3 Laboratorium Teknik Mesin
Ketidakseimbangan beban: Fasa R = 6,2 A ; S = 5 A ; dan T = 16,8 A. Sebagian beban yang terhubung pada fasa T harus di pindahkan pada fasa S dan Fasa T.
Jatuh tegangan: tegangan terendah adalah 201 Volt, sudah melewati ketentuan 4% dari tegangan kirim. Ini disebabkan karena panjang kabel mencapai 401 meter sudah melebihi standar yang seharusnya maksimal 350 meter.
- Panel Ged. Jurusan Arsitek
Ketidakseimbangan beban: Fasa R = 0,28 A ; S = 0,09 A ; T = 17,86 A
Semua beban terpakai di gedung ini hanya tersambung pada fasa T, untuk itu harus ada pemindahan beban ke dua fasa lainnya.
Jatuh tegangan: tegangan terendah 206 Volt di pengaruhi panjang kabel mencapai 467 meter.
- Panel Ruang Shalat FKIK
tegangan terendah:
 $V_{Line-Netral} = 185 \text{ Volt}$; $V_{Line-Line} = 334 \text{ Volt}$
- Panel Auditorium FKIK
tegangan terendah:
 $V_{Line-Netral} = 185 \text{ Volt}$; $V_{Line-Line} = 349 \text{ Volt}$

Jatuh tegangan terjadi pada Fakultas kedokteran ini di sebabkan karena keadaan gedung yang cukup jauh dari gardu selatan dimana panjang kabel terukur kurang lebih 438 meter sampai 708 meter dengan ukuran Kabel NFA 2X-T 3x35 mm. Untuk itu perlu adanya pemindahan jaringan ke gardu yang lebih dekat dengan gedung FKIK.

- Panel Puskom (Tabel 4.39)
Jatuh tegangan: tegangan terendah 192 Volt di sebabkan panjangnya jaringan mencapai 804 meter karena jalur jaringannya memutar jauh ke fakultas pertanian kemudian turun melewati gedung Kopma , gedung ini perlu pemindahan jalur jaringan yang lebih dekat dengan Gardu.
Ketidakseimbangan beban: Fasa R beban terukur sangat kecil di bandingkan dengan fasa S dan T untuk itu perlu pemindahan beban ke fasa R.

SIMPULAN

1. Pembebanan pada Transformator gardu selatan UNTAD berdasarkan kapasitas trafo mencapai 70 %.
2. Terjadinya jatuh tegangan terendah 185 Volt telah melewati ketentuan standar PUIL dimana jatuh tegangan pada jaringan tegangan rendah adalah 4 %. Hal ini disebabkan karena wilayah yang disuplai oleh gardu selatan sangat luas dan panjang jaringan yang cukup jauh sehingga telah melebihi ketentuan SPLN yaitu maksimal 350 meter (SPLN D3.002-1, 2007).
3. Ketidakseimbangan beban yang terukur pada gardu selatan diakibatkan oleh pembebanan tiap fasa tidak sama pada beberapa gedung dan walaupun pembagian beban tiap fasanya sudah sama tetapi pemakaian alat-alat Laboratorium dan elektronika tidak secara bersamaan di gunakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Akhmad dan Syarifuddin, 2008, *Analisis Keseimbangan Beban Pada Sistem Kelistrikan Fakultas Teknik Universitas Tadulako*, Palu.
- Badan Standardisasi Nasional, 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik*.
- Direksi PT PLN (Persero), 2010, Buku 1: *Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik*, Jakarta.
- Julius Sentosa Setiadji, dkk., 2006, *Jurnal Teknik Elektro: Pengaruh Ketidakseimbangan Beban dan Losses Pada Trafo Distribusi*.
- SPLN D3.002-1: 2007, *Spesifikasi Transformator Distribusi*.
- SPLN 72: 1987, *Spesifikasi Desain Untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) Dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*.
- Suhadi, dkk., 2008, *Teknik Distribusi Tenaga Listrik Jilid 1*.